

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

VŨ TRUNG KIÊN

**NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ VÀ
CHẾ TẠO MÔ HÌNH THIẾT BỊ XÁC ĐỊNH
GÓC ĐẶT BÁNH XE Ô TÔ**

Chuyên ngành: SẢN XUẤT TỰ ĐỘNG

Mã số: 60.52.60

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Đà Nẵng - Năm 2011

Công trình được hoàn thành tại
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

Người hướng dẫn khoa học: PGS. TS. Phạm Đăng Phước

Phản biện 1: PGS.TS. Lê Cung

Phản biện 2: PGS.TS. Trần Xuân Tuyền

Luận văn đã được bảo vệ trước hội đồng chấm Luận văn tốt nghiệp Thạc sĩ Kỹ thuật họp tại Đại học Đà Nẵng vào ngày 05 tháng 12 năm 2011.

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Trung tâm Thông tin - Học liệu, Đại học Đà Nẵng.
- Trung tâm Học liệu, Đại học Đà Nẵng.

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Có nhiều phương pháp khác nhau để xác định các góc đặt bánh xe. Phổ biến nhất là dùng một hệ thống gồm nhiều thiết bị, dụng cụ cơ khí, với thời gian kiểm tra lâu, độ chính xác không cao. Trong khi đó, thiết bị kiểm tra góc đặt bánh xe dùng xử lý ảnh hoặc kỹ thuật hồng ngoại, laser mua của nước ngoài rất đắt tiền, vì thế việc nghiên cứu một thiết bị xác định góc đặt bánh xe có thể hạn chế được các nhược điểm trên là việc rất cần thiết nhằm rút ngắn thời gian kiểm tra và chuẩn đoán các góc đặt bánh xe, giảm số lượng thao tác của người kiểm tra, nâng cao độ chính xác đo đạc, đồng thời có thể tích hợp vào hệ thống thử phanh của công ty Dameco.

2. Mục đích của đề tài

- + Tìm hiểu về các góc đặt bánh xe, vai trò và ảnh hưởng của chúng đến sự vận hành của ô tô.
- + Tìm hiểu về các phương pháp xác định góc đặt bánh xe và ưu nhược điểm của chúng.
- + Nghiên cứu ứng dụng một số loại cảm biến vào việc xác định góc đặt bánh xe.
- + Xây dựng mô hình phần cứng thiết bị và chương trình xử lý tính toán góc đặt bánh xe trên ô tô.
- + Kiểm tra xác định góc đặt bánh xe trên thực tế.

3. Phạm vi nghiên cứu

Đề tài chỉ giới hạn trong phạm vi xác định các góc đặt bánh xe camber, caster của bánh xe ô tô.

4. Phương pháp nghiên cứu

- + Nghiên cứu lý thuyết về các dạng sai lệch góc đặt bánh xe,

nguyên nhân và ảnh hưởng của chúng.

- + Nghiên cứu thực tế thiết bị chuẩn đoán và hiệu chỉnh hệ thống xe ô tô có trên thị trường.
- + Nghiên cứu xây dựng mô hình thực nghiệm và chương trình tính toán góc đặt bánh xe.

5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

- + Ứng dụng vào việc rút ngắn thời gian kiểm tra, xác định góc đặt bánh xe; nâng cao độ chính xác đo lường, giảm giá thành thiết bị.
- + Gọn nhẹ và linh hoạt, thích hợp với những gara ô tô có quy mô vừa và nhỏ, hoặc cá nhân sử dụng.

6. Cấu trúc của luận văn: luận văn bao gồm 4 chương

- + Chương 1: Tổng quan về các góc đặt bánh xe ô tô, vai trò và ảnh hưởng của chúng

Trình bày tổng quan về các góc đặt bánh xe ô tô.

- + Chương 2: Một số phương pháp xác định góc đặt bánh xe ô tô

Trình bày tổng quan một số phương pháp xác định góc đặt bánh xe ô tô.

- + Chương 3: Thiết kế mô hình thiết bị xác định góc đặt bánh xe ô tô

Trình bày phương án thiết kế phần cứng và phần mềm mô hình thiết bị kiểm tra góc đặt bánh xe ô tô.

- + Chương 4: Kết quả đạt được và nhận xét

Trình bày kết quả đạt được, ưu nhược điểm và hướng phát triển đề tài.

(Toàn bộ bánh xe trong luận văn là đều nói đến bánh xe ô tô)

Chương 1. TỔNG QUAN VỀ CÁC GÓC ĐẶT BÁNH XE VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA CHÚNG

1.1. GÓC ĐẶT BÁNH XE

1.1.1. Góc camber

1.1.2. Góc caster

1.1.3. Góc kingpin (góc nghiêng của trục lái)

1.1.4. Góc chụm (hay độ chụm)

1.1.5. Bán kính quay vòng

1.2. ẢNH HƯỞNG CỦA GÓC ĐẶT BÁNH XE

1.2.1. Ảnh hưởng của góc camber

1.2.2. Ảnh hưởng của góc caster

1.2.3. Ảnh hưởng của góc kingpin

1.2.4. Ảnh hưởng của góc chụm (hay độ chụm)

1.2.5. Ảnh hưởng của bán kính quay vòng

1.3. NHẬN XÉT

Chương 2. MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH GÓC ĐẶT BÁNH XE Ô TÔ

2.1. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH BẰNG DỤNG CỤ CƠ KHÍ ĐO GÓC

2.2. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH BẰNG KỸ THUẬT LASER

2.3. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH BẰNG XỬ LÝ ẢNH

2.4. NHẬN XÉT

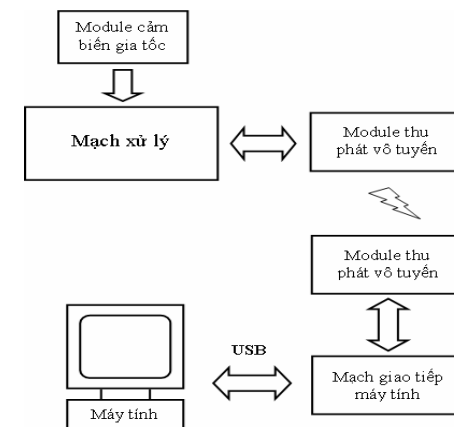
Chương 3. THIẾT KẾ MÔ HÌNH THIẾT BỊ XÁC ĐỊNH GÓC ĐẶT BÁNH XE Ô TÔ

3.1. LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN THIẾT KẾ

Do tích hợp vào hệ thống thử phanh nên cần giao tiếp được với máy tính. Nhưng do không phải gara nào máy tính cũng để gần bộ thử nên lựa chọn phương án dùng giao tiếp không dây với máy tính (cụ thể là dùng module thu phát sóng radio). Như vậy phương án thiết kế gồm:

- + Mạch thu thập dữ liệu từ cảm biến, dùng nguồn nuôi từ pin
- + Mạch giao tiếp máy tính
- + 2 mạch trên giao tiếp nhau thông qua module thu phát không dây
- + Mạch giao tiếp máy tính sẽ kết nối máy tính qua cổng USB
- + Chương trình giao diện tính toán trên máy tính, có thể in báo cáo.

3.2. SƠ ĐỒ KHỐI MÔ HÌNH



Hình 3.1: Sơ đồ khối mô hình

3.3. NHỮNG MODULE DÙNG TRONG MÔ HÌNH

3.3.1. Module cảm biến gia tốc MMA7620Q

3.3.1.1. Giới thiệu cảm biến gia tốc MMA7620Q

3.3.1.2. Các phương pháp calib cho cảm biến gia tốc

* Phương pháp 1 (Manual 0g X, Y, Z full range calibration)

* Phương pháp 2 (Simple 0g X, Y, Z calibration)

* Phương pháp 3 (Freefall calibration)

* Phương pháp 4 (Simple 0g X, 0g Y, +1g Z calibration)

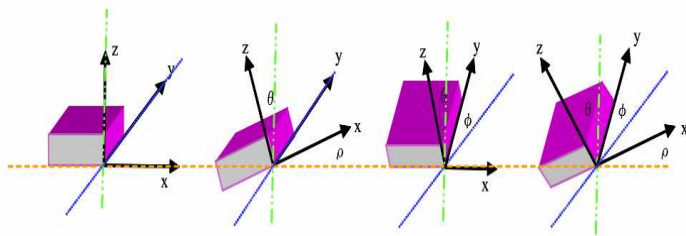
3.3.1.3. Các phương pháp xác định góc nghiêng bằng cảm biến gia tốc

* Xác định góc nghiêng bằng giá trị gia tốc trên 1 trục

* Xác định góc nghiêng bằng giá trị gia tốc trên 2 trục

* Xác định góc nghiêng bằng giá trị gia tốc trên 3 trục

Cảm biến gia tốc 3 trục tọa độ có thể dùng để xác định góc định hướng của vật thể trong không gian 3 chiều.



Hình 3.13: Các góc Pitch (ρ), Roll (φ) và Theta (θ)

Định nghĩa góc Pitch (ρ), Roll (φ), Theta (θ) lần lượt là góc hợp bởi trục X, Y, Z với mặt đất, các góc này được tính từ giá trị gia tốc trên 3 trục như sau:

$$\begin{aligned}\rho &= \arctan\left(\frac{A_x}{\sqrt{A_y^2 + A_z^2}}\right) \\ \varphi &= \arctan\left(\frac{A_y}{\sqrt{A_x^2 + A_z^2}}\right) \\ \theta &= \arctan\left(\frac{\sqrt{A_x^2 + A_y^2}}{A_z}\right)\end{aligned}\quad (3.9)$$

3.3.2. Module thu phát vô tuyến

3.3.2.1. Giới thiệu chung module thu phát vô tuyến HM-TR

3.3.2.2. Module HM-TR433

3.3.3. Module vi điều khiển

3.3.3.1. Giới thiệu vi điều khiển PIC

* Họ cấp thấp (low-end)

* Họ cấp chung (Mid-range)

* Họ cấp cao (High-end) 17Cxxx

* Họ cấp cao (High-performance)

3.3.3.2. Vi điều khiển PIC 18F2550

* Thông số tổng quát

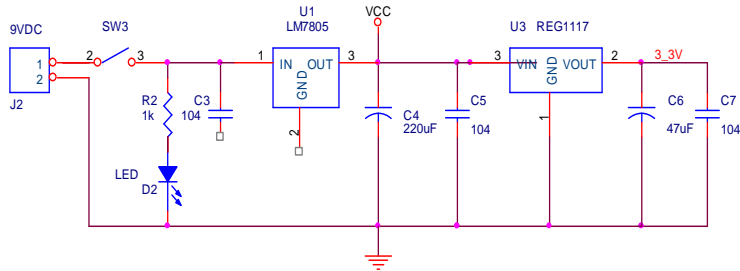
* Sơ đồ chân

3.4. THIẾT KẾ PHẦN CỨNG MÔ HÌNH

3.4.1. Mạch điện tử

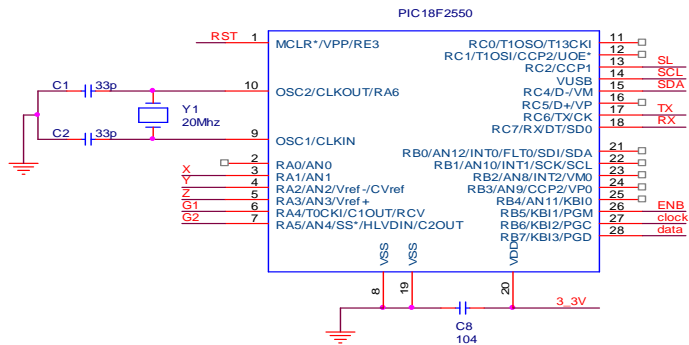
3.4.1.1. Mạch thu thập dữ liệu từ cảm biến

* Khối nguồn



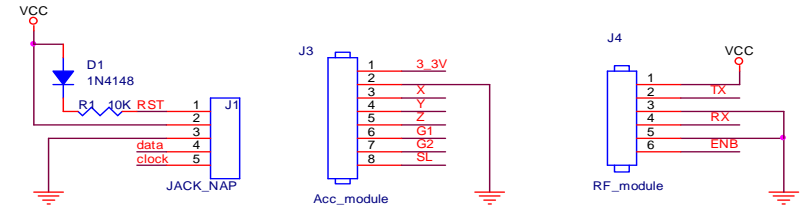
Hình 3.21: Khối nguồn mạch thu thập dữ liệu

* Khối vi điều khiển



Hình 3.22: PIC18F2550 trên mạch thu thập dữ liệu

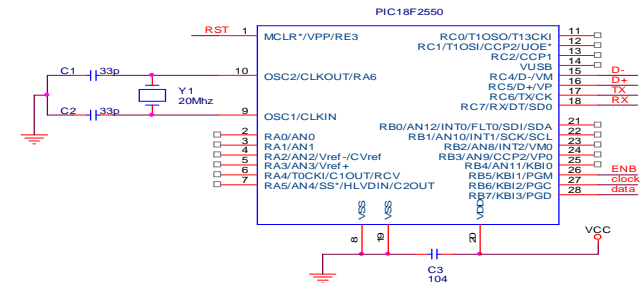
* Khối giao tiếp khác



Hình 3.23: Khối nạp chương trình, khối giao tiếp với module cảm biến gia tốc và khối giao tiếp với module thu phát vô tuyến

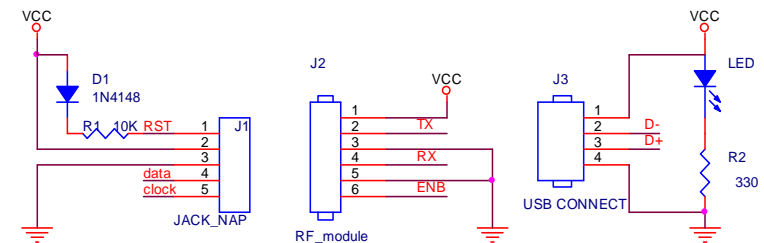
3.4.1.2. Mạch giao tiếp máy tính

* Khối vi điều khiển



Hình 3.24: PIC18F2550 trên mạch giao tiếp máy tính

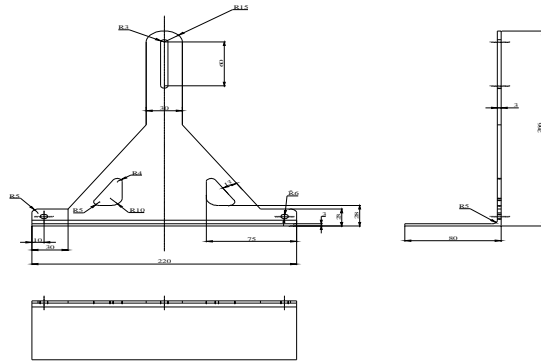
* Khối giao tiếp khác



Hình 3.25: Khối nạp chương trình, khối giao tiếp module thu phát vô tuyến và khối giao tiếp usb

3.4.2. Thiết kế cơ khí

Mạch thu thập dữ liệu và pin cấp nguồn sẽ được gắn trên khung đỡ để gá đặt vào bánh xe. Do mạch thu thập dữ liệu khá nhỏ gọn và pin có khối lượng nhỏ nên khung đỡ không chịu lực nhiều. Yêu cầu thiết kế khung nhỏ gọn, thẩm mỹ, bền và có thể gá đặt lên nhiều loại bánh khác nhau. Từ yêu cầu đó em đã thiết kế khung đỡ như hình 3.26.



Hình 3.26: Khung đỡ gá đặt lên bánh xe

3.5. XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH XỬ LÝ DỮ LIỆU

3.5.1. Tính toán góc đặt bánh xe

3.5.1.1. Góc camber

Đặt cảm biến xuống nền, ta đo được góc nghiêng của nền so với phương nằm ngang θ .

Khi gá đặt cảm biến lên mặt phẳng bánh xe, ta đo được góc nghiêng α , trừ đi góc θ ta được góc camber của bánh xe.

3.5.1.2. Góc caster

Gắn hệ trục tọa độ vuông góc (x, y, z) có gốc tọa độ tại giao điểm P_1 của trục bánh xe và trục lái, trục y trùng với trục chuyển động của cầu, trục z là trục thẳng đứng (hình 3.27).

Kí hiệu:

+ K : góc caster, là góc giữa trục z và hình chiếu của trục lái lên mặt phẳng (y, z)

+ S : góc nghiêng của trục lái (SAI), là góc giữa trục z và hình chiếu của trục lái lên mặt phẳng (x, z)

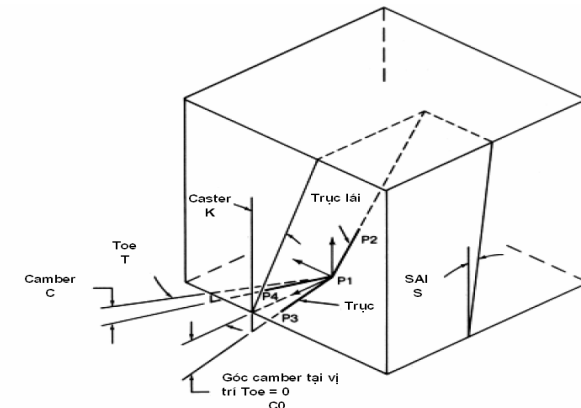
+ C : góc camber, là góc giữa trục xe và mặt phẳng (x, y)

+ T : góc toe, là góc giữa trục x và hình chiếu của trục bánh xe lên mặt phẳng (x, y)

+ C_0 : là góc camber khi góc toe = 0

Ta có:

$$\sin C = (\cos C_0 - \cos C \cos T) \tan S - \cos C \sin T \tan K + \sin C_0 \quad (3.23)$$



Hình 3.27: Hình minh họa trục lái với các góc caster, SAI, camber và toe

Để đo góc caster, ta xoay bánh xe đi 2 góc T_1 và T_2 , tương ứng ta có 2 góc camber C_1 , C_2 :

$$\begin{aligned}\sin C_1 &= (\cos C_0 - \cos C_1 \cos T_1) \tan S - \cos C_1 \sin T_1 \tan K + \sin C_0 \\ \sin C_2 &= (\cos C_0 - \cos C_2 \cos T_2) \tan S - \cos C_2 \sin T_2 \tan K + \sin C_0\end{aligned}\quad (3.24)$$

Giải 2 phương trình trên ta có:

$$K = \tan^{-1} \left(\frac{\sin C_1 - \sin C_2}{\cos C_2 \sin T_2 - \cos C_1 \sin T_1} - \frac{\cos C_2 \cos T_2 - \cos C_1 \cos T_1}{\cos C_2 \sin T_2 - \cos C_1 \sin T_1} \tan S \right)\quad (3.25)$$

Góc camber đo được trong quá trình đo góc caster này là rất nhỏ, thường dưới 2° . Ta có thể xấp xỉ $\cos C = 1$, với sai số ở 2° chỉ khoảng 0,06%. Khi đó ta có:

$$K = \tan^{-1} \left(\frac{\sin C_1 - \sin C_2}{\sin T_2 - \sin T_1} - \frac{\cos T_2 - \cos T_1}{\sin T_2 - \sin T_1} \tan S \right)\quad (3.26)$$

Khi ta xoay $T_1 = T_2$ thì $\cos T_1 = \cos T_2$, góc K trở thành:

$$K = \tan^{-1} \left(\frac{\sin C_1 - \sin C_2}{\sin T_2 - \sin T_1} \right)\quad (3.27)$$

Ta có:

$$\begin{aligned}\tan x &\approx x(\pi / 180) \\ \sin x &\approx x(\pi / 180)\end{aligned}\quad (3.28)$$

Vậy:

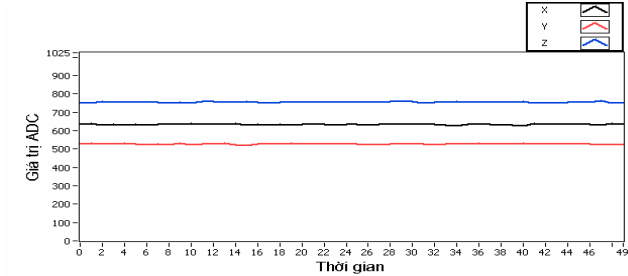
$$K \approx \frac{180}{\pi} \frac{C_1 - C_2}{T_2 - T_1}\quad (3.29)$$

Với $T_2 = -T_1 = 20^\circ$ thì

$$K \approx \frac{180}{\pi} \frac{C_1 - C_2}{20 - (-20)} \approx 1,433(C_1 - C_2)\quad (3.30)$$

3.5.2. Xử lý dữ liệu từ cảm biến gia tốc

Tín hiệu từ cảm biến gia tốc đã được qua 1 mạch lọc thông thấp như đề nghị của nhà sản xuất, tín hiệu đo được như hình 3.28.

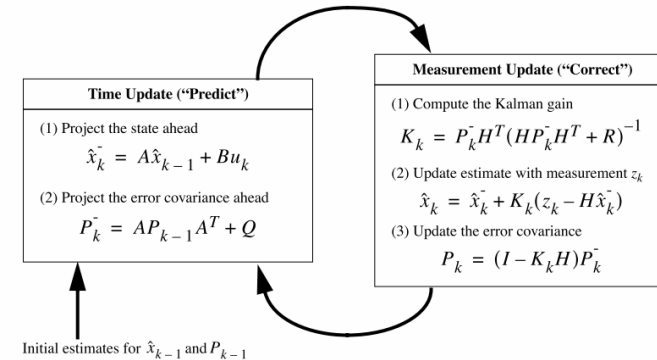


Hình 3.28: Tín hiệu từ cảm biến gia tốc sau khi qua bộ lọc thông thấp

Ta thấy tín hiệu còn nhiều gợn sóng, kết quả sẽ không ổn định.

3.5.2.1. Giới thiệu chung về bộ lọc Kalman cho hệ tuyến tính rời rạc

Thuật toán Kalman cho hệ rời rạc như hình 3.29.



Hình 3.29: Thuật toán Kalman cho hệ rời rạc

Như vậy ta có thể nhận thấy rằng thuật toán này gồm hai bước: bước ước đoán trạng thái tiên nghiệm (time update) và bước hiệu

chỉnh lại ước đoán (measurement update) dựa trên thông tin đầu vào đo được z_k . Chú ý rằng \hat{x}_k^- là giá trị dự đoán được cập nhật từ giá trị ước lượng \hat{x}_{k-1} .

3.5.2.2. Thiết lập bộ lọc Kalman cho bài toán cảm biến

Mô hình của bài toán:

$$x_k = Ax_{k-1} + Bu_{k-1} + w_{k-1}$$

Với giá trị thu được:

$$z_k = Hx_k + v_k$$

Trạng thái không đổi từ bước này sang bước kia nên $A = 1$, không có điều khiển nên $u = 0$, đo lường trực tiếp nên $H = 1$, như vậy ta có:

$$\begin{aligned} x_k &= x_{k-1} + w_{k-1} \\ z_k &= x_k + v_k \end{aligned} \tag{3.34}$$

Các phương trình cho bộ lọc Kalman:

+ Phương trình cho quá trình ước đoán trạng thái:

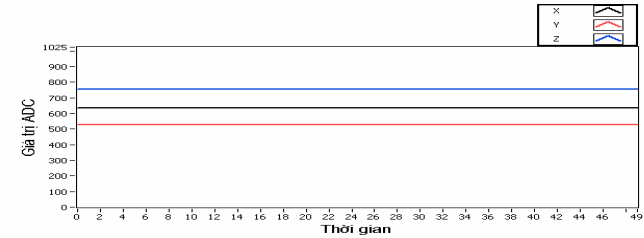
$$\begin{aligned} \hat{x}_k^- &= \hat{x}_{k-1} \\ P_k^- &= P_{k-1} + Q \end{aligned} \tag{3.35}$$

+ Phương trình cho quá trình hiệu chỉnh lại ước đoán:

$$\begin{aligned} K_k &= \frac{P_k^-}{P_k^- + R} \\ \hat{x}_k &= \hat{x}_k^- + K_k(z_k - \hat{x}_k^-) \\ P_k &= (1 - K_k)P_k^- \end{aligned} \tag{3.36}$$

Kết quả đạt được với $x(0) = 0, P_0^- = 0, Q = 0,001, R = 1$ như hình 3.30.

Ta thấy kết quả rất ổn định và có thể dùng để tính toán.



Hình 3.30: Tín hiệu từ cảm biến gia tốc sau khi qua bộ lọc Kalman

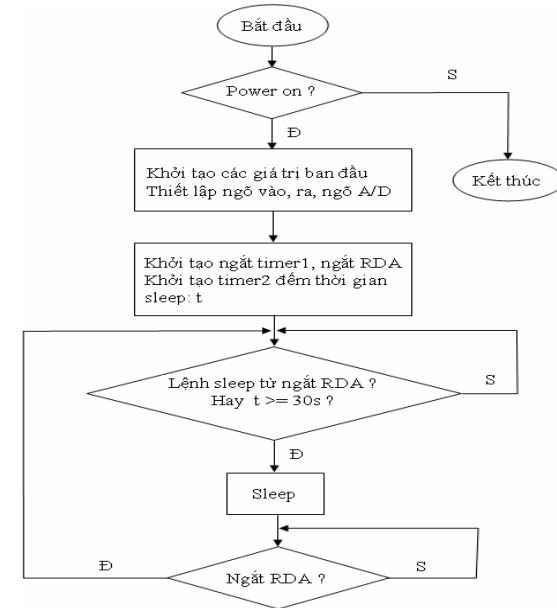
3.5.3. Chương trình trên vi điều khiển

3.5.3.1. Giới thiệu phần mềm CCS

3.5.3.2. Lưu đồ thuật toán chương trình thu thập dữ liệu và giao tiếp máy tính

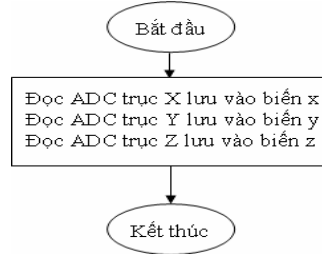
* Chương trình mạch thu thập dữ liệu

Chương trình chính (hình 3.31)



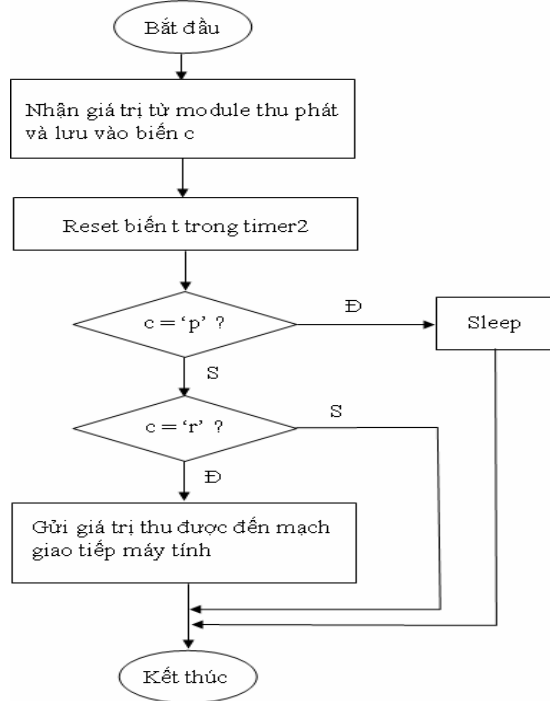
Hình 3.31: Thuật toán chương trình chính mạch thu thập dữ liệu

Chương trình ngắt timer1 (hình 3.32)



Hình 3.32: Thuật toán chương trình ngắt timer1
mạch thu thập dữ liệu

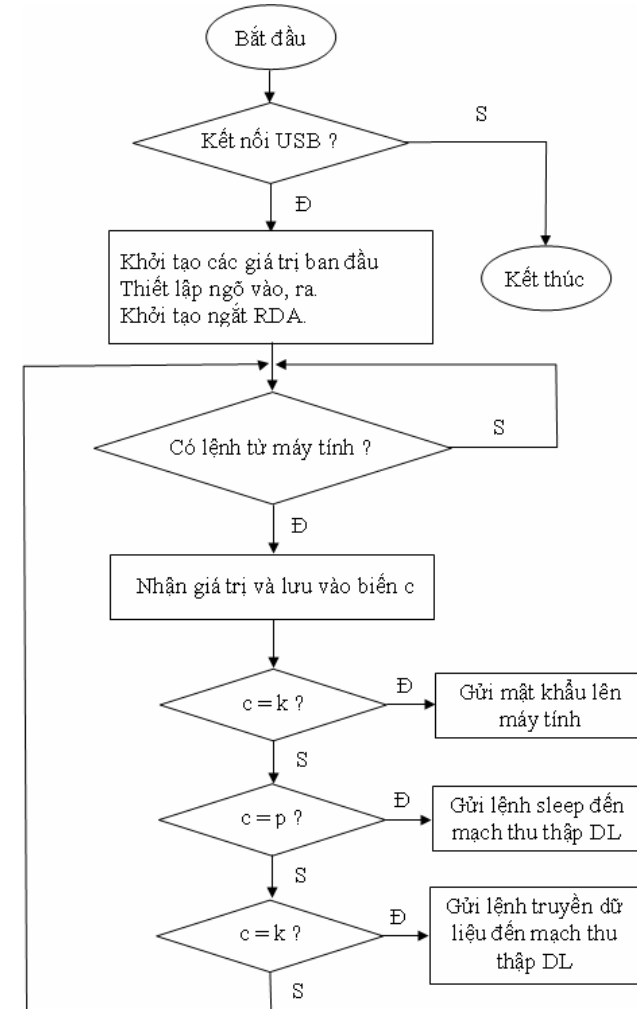
Chương trình ngắt RDA (hình 3.33)



Hình 3.33: Thuật toán chương trình ngắt RDA mạch thu thập dữ liệu

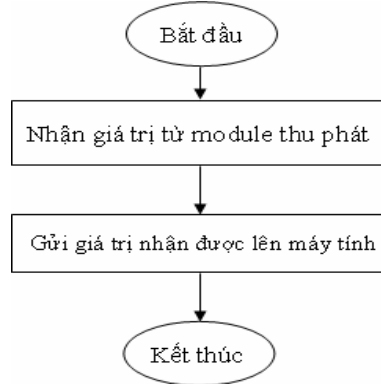
* Chương trình mạch giao tiếp máy tính

Chương trình chính (hình 3.34)



Hình 3.34: Thuật toán chương trình chính mạch giao tiếp máy tính

Chương trình ngắt RDA (hình 3.35)



Hình 3.35: Thuật toán chương trình ngắt RDA mạch giao tiếp máy tính

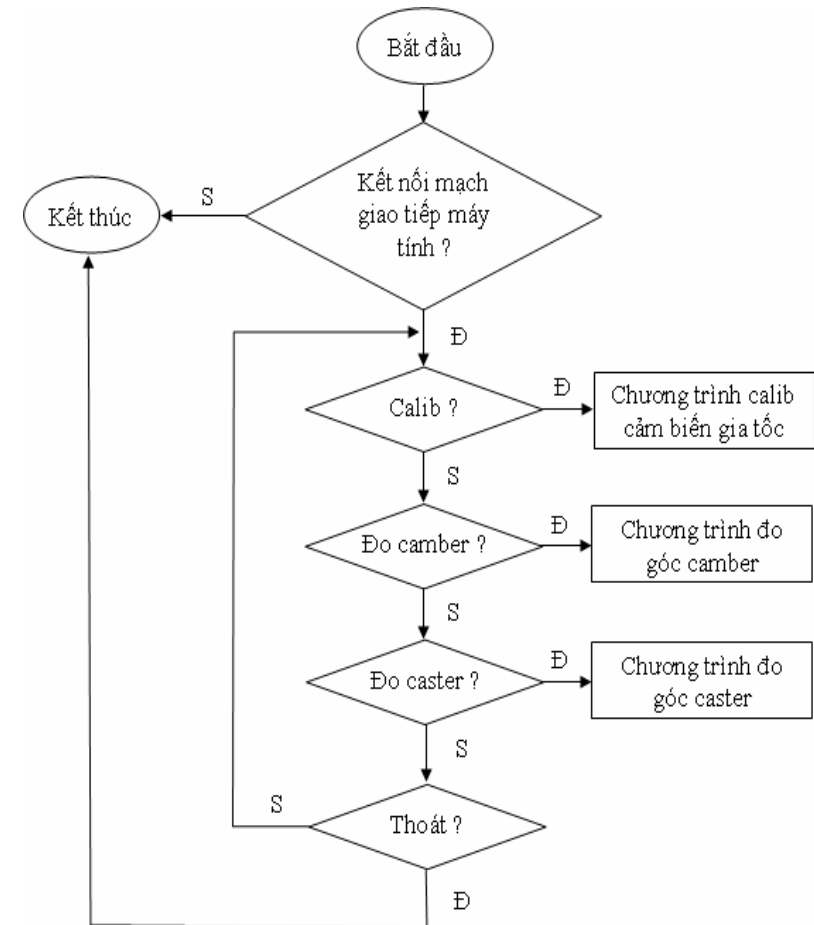
3.5.4. Chương trình trên máy tính

3.5.4.1. Giới thiệu phần mềm LabVIEW

- * Thế mạnh của LabVIEW
- * Các khả năng chính của LabVIEW
- * Các thành phần của LabVIEW

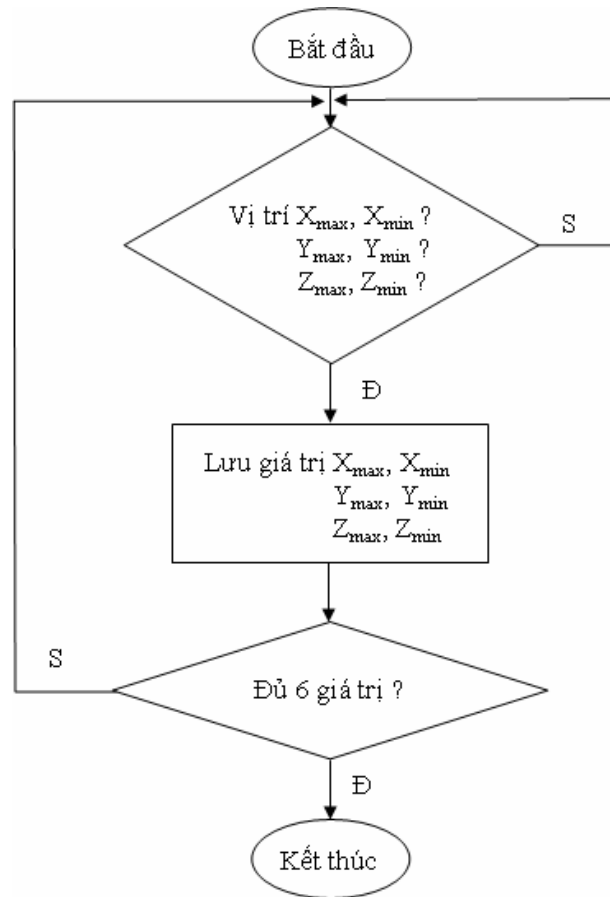
3.5.4.2. Lưu đồ thuật toán xử lý dữ liệu và tính toán

Chương trình chính (hình 3.36)



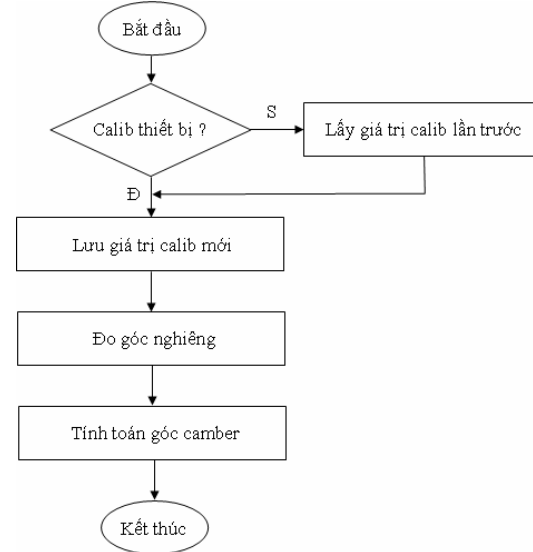
Hình 3.36: Thuật toán chương trình chính trên máy tính

Chương trình calib cảm biến gia tốc (hình 3.37)



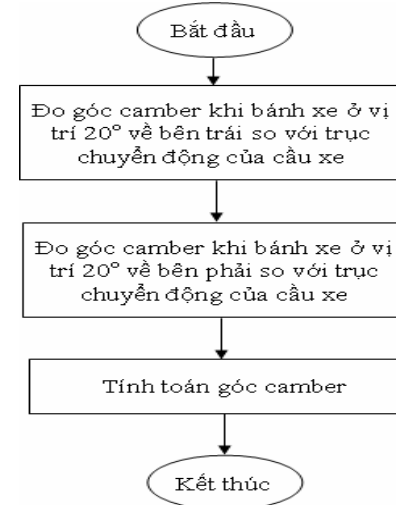
Hình 3.37: Thuật toán chương trình calib trên máy tính

Chương trình đo góc camber (hình 3.38)



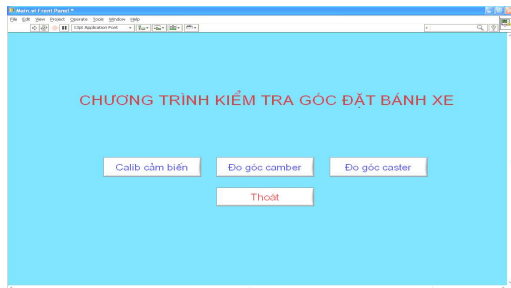
Hình 3.38: Thuật toán chương trình tính góc camber trên máy tính

Chương trình đo góc caster (hình 3.39)

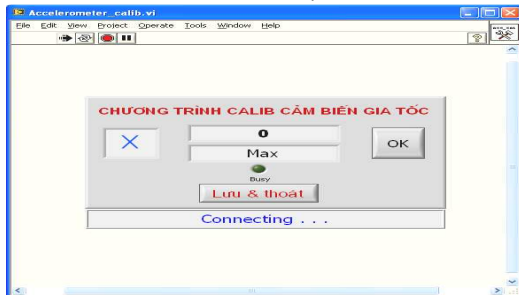


Hình 3.39: Thuật toán chương trình tính góc caster trên máy tính

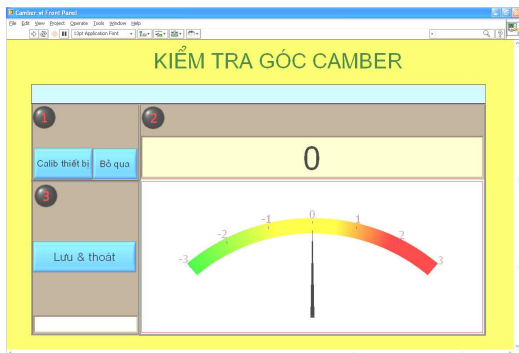
3.5.4.3. Giao diện chương trình



Hình 3.40: Giao diện chính



Hình 3.41: Giao diện calib cảm biến gia tốc



Hình 3.42: Giao diện đo góc camber



Hình 3.43: Giao diện đo góc caster

Chương 4. KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC VÀ NHẬN XÉT

4.1. KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC

Đề tài đã đạt được những kết quả:

- + Tìm hiểu tổng quan về các góc đặt bánh xe ô tô.
- + Xây dựng được biểu thức tính toán giá trị góc camber, caster.
- + Ứng dụng cảm biến gia tốc để xác định góc nghiêng tĩnh.
- + Xây dựng bộ lọc Kalman nhằm khử nhiễu từ cảm biến gia tốc.
- + Chế tạo thành công mô hình thiết bị kiểm tra góc camber, caster của bánh xe ô tô.
- + Xây dựng được chương trình giao tiếp, tính toán góc camber, caster trên máy tính và có thể tích hợp vào chương trình của hệ thống thử phanh của công ty Dameco.

Kết quả đo đạc thực tế (khi chưa thiết kế bộ lọc Kalman để lọc nhiễu)

Kết quả đo trên xe Toyota tại gara của chi nhánh Hino Đà Nẵng

Bảng 4.1: Kết quả đo góc thực tế khi có bộ lọc Kalman

Lần thử	Đo bằng thiết bị (độ)	Đo bằng dụng cụ cơ khí đo góc (độ)	Sai lệch
Camber			
1	1	1	0
2	1.78	1.7	0.08
3	1.11	1.1	0.01
Caster			
1	7.23	7.1	0.13
2	8.55	8.5	0.05
3	3.5	3.6	0.1

4.2. NHẬN XÉT

Giá trị đo được khi chưa thiết kế bộ lọc Kalman còn dao động khá nhiều do rất nhiều nguồn nhiễu tác động vào cảm biến như nhiễu từ môi trường, nhiễu nguồn cung cấp, nhiễu do quá trình xử lý... Sau khi thiết kế bộ lọc Kalman, kết quả thí nghiệm cho giá trị rất ổn định, điều này sẽ nâng cao độ chính xác đo lường khi tiến hành đo đạc thực tế.

KẾT LUẬN

Đề tài đã nghiên cứu lý thuyết và chế tạo thành công mô hình thiết bị điện tử đo góc đặt bánh xe ô tô, tuy chưa hoàn thiện thành sản phẩm hoàn chỉnh nhưng đề tài đã giải quyết những vấn đề cơ bản về nguyên lý và quy trình đo góc camber, caster. Kết quả đo đạc khá chính xác so sánh với thiết bị cơ khí của Hàn Quốc, thể hiện tính ưu việt của phương pháp đo bằng kỹ thuật điện tử.

Từ kết quả đạt được, ta thấy mô hình thiết bị có những ưu điểm: nhỏ gọn, chi phí thấp, kết quả tương đối chính xác, có thể kết nối máy tính để lưu và in kết quả.

Hướng phát triển đề tài: do yêu cầu thực tế cần phải giao tiếp máy tính để tích hợp được vào chương trình hệ thống thử phanh nên toàn bộ tính toán xử lý đều thực hiện trên máy tính (tận dụng khả năng tính toán mạnh của máy tính). Tuy nhiên những tính toán này hoàn toàn có thể lập trình trên vi điều khiển, bao gồm thuật toán lọc nhiễu, tính toán giá trị góc,..., đồng thời quy trình đo đạc các góc cũng được lập trình và hiển thị chỉ dẫn cho người dùng thông qua giao tiếp LCD. Khi đó nó sẽ trở thành một thiết bị xách tay độc lập với máy tính, thuận lợi với những khách hàng cá nhân, có thể dùng mọi lúc mọi nơi.

Ngoài ra, thiết bị còn có thể tích hợp thêm module la bàn điện tử để việc đo góc caster được chính xác và thuận tiện hơn, không phải vạch các góc lên nền. (Đề tài không sử dụng la bàn điện tử vì tận dụng mâm xoay có sẵn của hệ thống thử phanh).